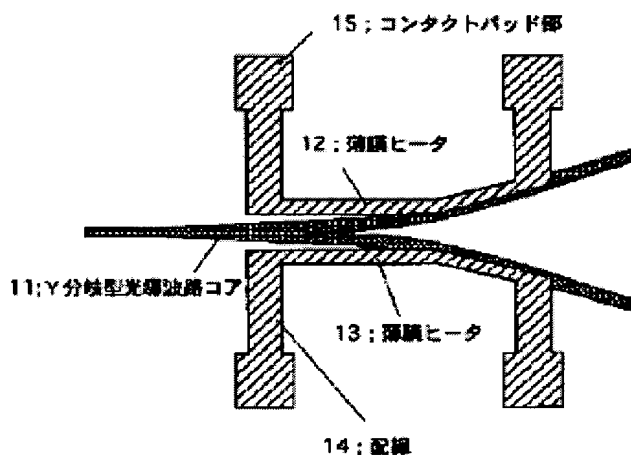


POLYMER THERMO-OPTIC OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE**Publication number:** JP2000241781**Publication date:** 2000-09-08**Inventor:** OBA NAOKI; HIKITA MAKOTO; TOYODA SEIJI;
KURIHARA TAKASHI**Applicant:** NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE**Classification:****- international:** G02F1/01; G02F1/065; G02F1/313; G02F1/01;
G02F1/29; (IPC1-7): G02F1/065; G02F1/313**- european:****Application number:** JP19990039476 19990218**Priority number(s):** JP19990039476 19990218[Report a data error here](#)**Abstract of JP2000241781**

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a device equipped with a thin film heater which has good compatibility with a polymer optical waveguide, which is not oxidized, which is free from cracks even if the film is thick, which does not have temp. dependence of the resistance, and which can be controlled in a film thickness region with good controlling property, and which gives high production yield by forming a palladium-gold alloy film for the thin film heater. **SOLUTION:** The polymer optical waveguide device consists of a substrate, a polymer waveguide having a core part and a clad part surrounding the core on the substrate, and thin film heaters 12, 13 disposed on the upper part of the polymer waveguide. By heating the thin film heaters 12, 13 of the polymer optical waveguide device, the refractive index in a part near the core is changed to control the light which is transmitted through the core. In this polymer optical waveguide device, a palladium-gold alloy (Pd-Au) film is used as the heaters to control the refractive index, and a protective film made of a resist material is used.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-241781

(P2000-241781A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト*(参考)

G 0 2 F 1/065

G 0 2 F 1/01

6 0 1 C 2 H 0 7 9

1/313

1/313

2 K 0 0 2

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-39476

(22) 出願日 平成11年2月18日(1999.2.18)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 大庭 直樹

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 疋田 真

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100082717

弁理士 雨宮 正季

最終頁に続く

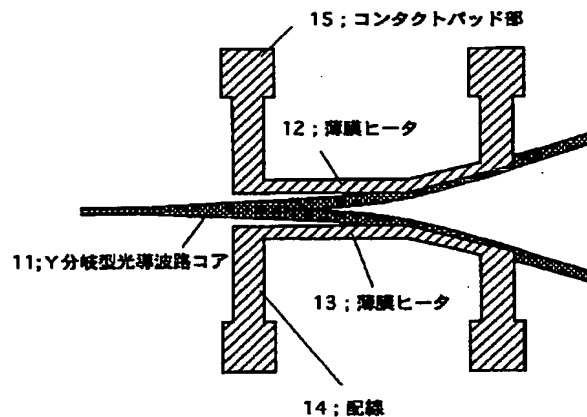
(54) 【発明の名称】 高分子熱光学光導波路素子

(57) 【要約】

【課題】 高分子光導波路との相性がよく、酸化されず、厚膜でもクラックが入らず、抵抗値の温度依存性がなく、制御性のよい膜厚領域で抵抗値をコントロールでき作製歩留りが高い薄膜ヒータを備えた高分子光導波路素子を提供する。

【解決手段】 基板と、高分子光導波路11と、該高分子光導波路の上部に設置される薄膜ヒータ12で構成され、該薄膜ヒータを加熱することで導波する光を制御する高分子光導波路素子において、前記薄膜ヒータがパラジウム-金合金膜であることを特徴とする。

【効果】 本発明の薄膜ヒータの採用により、熱光学効果を利用する高分子光導波路素子の信頼性及び作製歩留まりを向上できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、該基板上に設けられたコア部及び該コア部を取り囲むクラッド部を有する高分子光導波路と、該高分子光導波路の上部に設置される薄膜ヒータで構成され、該薄膜ヒータを加熱することでコア部近傍の一部分の屈折率を変化させてコアを導波する光を制御する高分子光導波路素子において、前記薄膜ヒータがパラジウム-金合金膜であることを特徴とする高分子熱光学光導波路素子。

【請求項2】 薄膜ヒータ表面上を含むクラッド表面上に感光性レジスト材料からなる保護膜が形成されていることを特徴とする請求項1記載の高分子熱光学光導波路素子。

【請求項3】 高分子光導波路が下の3つのいずれかの光回路をなすことを特徴とする請求項1または請求項2記載の高分子熱光学光導波路素子。

- 1 Y分岐またはX分岐型デジタル光スイッチ
- 2 マッハツェンダ干渉計型光スイッチ
- 3 アレイ光導波路格子可変波長フィルタ

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上に高分子光導波路を配設した高分子光導波路素子に関し、より詳細には、熱光学効果を活用した光路切替機能およびあるいは可変波長選択機能を備えた高分子光導波路素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術とその問題点】コンパクトな光集積部品を実現する光導波路回路は、処理の目的や使用環境に応じて、半導体、結晶性誘電体、非晶質媒体（ガラス、高分子）などの材料で作製されている。中でも、ガラスや高分子などの非晶質媒体は光透過性に優れ、口径や屈折率などの点で光ファイバとの整合性にも優れ、多くの開発品や研究例がある。たとえば、河内ら「特集：プレーナ光波回路技術」（NTTR&D, vol. 43, no. 3, pp. 1273-1318, 1994）、あるいは、大庭ら「フォトニック・デバイス・アプリケーションズ・オブ・ロー・ロス・アクリリック・ポリマ・ウェーブガイド」（Proc. ACS PMSE, vol. 75, pp. 362-363, 1996）を挙げることができる。

【0003】高分子の熱光学（TO）定数（屈折率の温度依存性）は、石英ガラスのそれに比べて1桁も大きいので、これを利用した低駆動電力のTO制御型高分子光導波路素子の開発や提案がなされている。代表的な高分子TO光導波路素子としては、マッハツェンダ干渉計（MZI）型光スイッチ（肥田ら、IEE Photon. Technol. Lett., vol. 5, pp. 782-784, 1993）、デジタル光スイッチ（大庭ら、NTTR&D, vol. 47, pp. 515-52

0, 1998）、可変波長フィルタ（豊田ら、Proc. ECOC'98, vol. 3, pp. 103-105, 1998）がある。また、複数の光導波路上に長さの違うヒータを配置したアレイ光導波路TO位相シフタを使ったアレイ光導波路格子可変波長合分波器（井上ら、特開平5-323246号）も提案されている。

【0004】前述のMZI型光スイッチ、デジタル光スイッチ、アレイ光導波路TO位相シフタには、熱光学効果を利用するための薄膜ヒータが必須の要素部品である。従来薄膜ヒータとして用いられてきたクロム膜や金膜には、それぞれ大きな問題点があった。

【0005】クロムやタンタル、チタンなどの遷移金属は、一般的に丈夫であり、酸化膜も極表面だけに形成され安定であるという利点がある一方で、これらは、融点が高く、堅い。従って、高分子光導波路上に蒸着法やスパッタ法で薄膜形成を行うと、エネルギーの高い状態で高分子膜上に蒸着粒子やスパッタ粒子が飛来するため、高分子膜に熱ダメージやストレスを与え、クラック等が生じる。このため、クラックの生じない極薄膜でしかヒータとして使用できない。このことは、僅かな膜厚分布で抵抗に大きなばらつきができる原因になり、再現性にも劣る。

【0006】このように、高分子上に形成するヒータ金属として、遷移金属が不適当であることから、高分子光導波路素子用のヒータ用の金属としては、柔らかなうえ酸化されない金を用いられることが多い。しかし、金は、抵抗値が著しく低いため、ヒータ金属として使用する場合、以下のような問題点が生じる。ヒータとして使用するためには、ある程度の抵抗が必要になり、抵抗値の低い金の場合、ヒータ膜を薄くかつ細くする必要がある。そのため膜厚は、50nm以下程度となる。シリコンウエハのようなある程度の面積内に、一度に複数個の素子を形成する場合、ウエハ面内でのヒータの抵抗値が均一で再現性が良いことが望ましいが、厚さ50nm程度の金薄膜では、高い精度で、膜厚の均一性やその再現性を得ることは困難である。また、たとえ、このようなリスクを克服して金のヒータ膜が作製できたとしても、その薄さ故の力学的な弱さは、大きな欠点として残される。

【0007】一方、石英ガラス製のTO光導波路素子では、抵抗の制御と再現性の観点から、窒化タンタルがヒータ金属として使われている。窒化タンタル膜は、純粋なタンタル膜に比べ、結晶粒が小さく酸化に強く抵抗値の経時変化が小さいことが特徴である。石英ガラス製のTO光導波路装置用に開発された窒化タンタルヒータの優れた特性については、森脇和幸ら、特開平6-34925号に詳しい。しかしながら、光導波路が高分子や樹脂で作製されている場合、窒化タンタル膜は、成膜温度が高く、膜自身も硬くストレス（引っ張り応力）も強いいため、高分子光導波路素子にクラックが入る問題が生

じ、適用が困難である。

【0008】薄膜ヒータ作製後に表面に傷を付けるとヒータの耐性が下がる。この問題の解決にはヒータ表面に保護膜を形成することが有用である。森脇和幸らは、無機薄膜による保護膜を提案している（特開平6-34925号）が、ヒータ配線のための接続点（コンタクトパッド）を露出するためにフォトリソグラフィやエッチングによるパターンニングの工程が必要となる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、高分子光導波路素子に関する上述のような問題点を解決し、高分子光導波路との相性がよく、酸化されず、厚膜でもクラックが入らず、抵抗値の温度依存性がなく、制御性のよい膜厚領域で抵抗値をコントロールでき作製歩留りが高い薄膜ヒータを備えた高分子光導波路素子を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の高分子光導波路素子は、基板と、該基板上に設けられたコア部及び該コア部を取り囲むクラッド部を有する高分子光導波路と、該高分子光導波路の上部に設置される薄膜ヒータで構成され、該薄膜ヒータを加熱することでコア部近傍の一部分の屈折率を変化させてコアを導波する光を制御する高分子光導波路素子において、屈折率制御用薄膜ヒータとして、パラジウム-金合金（Pd-Au）膜、およびレジスト材料による保護膜を用いることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】Pd-Auは、均質で粒塊がほとんどない非晶質膜が形成できることから、基礎研究分野で極細配線を形成するための合金として用いられてきた。Pd-Au極細配線は、たとえば、ジョルダノら（N. Giordano et al., Phys. Rev. Lett., vol. 43, no. 10, p. 725, 1979）または、モルゼン（W. W. Molzen, J. Vac. Sci. Technol., vol. 16, p. 269, 1979）の報告のように極めて特殊な用途に限定されたものであり、一般の電子部品や光部品において配線用やヒータ用として使用された例はない。Pd-Au薄膜の最大の特徴は、非晶質であることであり、そのため抵抗値の温度依存性がほとんどなく、ヒータ金属としては最適である。膜厚も0.1～数 μm 程度で所望の抵抗値が得られ、実用的にも抵抗値制御の容易なヒータ金属であることを実証した。

【0012】ヒータ表面保護膜材料として感光性のあるレジストを用いると、露光と現像の工程のみで必要なパターンニングが可能となり作成プロセスの簡便化に有効である。

【0013】

【実施例1】Pd-AuヒータをもつY分岐型デジタル

光スイッチを作製評価した。

【0014】4インチシリコン基板上に、クラッド用として、熱架橋型シリコンを15 μm の厚さにスピコートし、250℃のオープン中で1時間熱架橋した。次に、このクラッド用シリコンより波長1.55 μm における屈折率が0.3%高い熱架橋型シリコンを6 μm の厚さにスピコートし、250℃で1時間熱架橋した。次に、図1に示すY分岐を含む光導波路コアパタンのエッチングマスクを形成するため、レジストを塗布し、UV露光器でレジストを露光、現像した。次に、この基板を反応性イオンエッチング装置に入れ、 CF_4 と酸素の混合ガスでレジストをマスクに、コア用シリコンを約6 μm エッチングし、Y分岐型光導波路コア11を形成した。次に、クラッド用シリコンを、最初に形成した下層クラッドの上面より16 μm の厚さに、スピコートし250℃で1時間の熱架橋によりクラッド層を形成した。

【0015】この基板をPd-Auターゲットを有するスパッタ装置に入れ、 10^{-4}Pa 以下の真空状態にした後、アルゴンガスを導入し、5Paの圧力で、この基板上にPd-Au薄膜を0.2 μm の厚さに形成した。次にこの基板を真空装置より取り出し、レジストを塗布し、露光装置により図1に示すヒータパタンを形成した。次に、この基板をイオンミリング装置に入れ、アルゴンガスをを用いたイオンミリングにより、Pd-Au薄膜のエッチングを行った。次に、残ったレジストを溶媒で除去し、薄膜ヒータ12及び13を作製した。次に、この基板上にネガ型フォトリソレジストを1 μm 厚にスピコートし、コンタクトパッド部15をマスクするフォトリソを用いて露光後、現像工程を経てレジスト膜自身による上部保護膜を形成した。

【0016】コンタクトパッド部15へ触針により直流電源を接続し、ヒータ抵抗を測定した。素子の温度を、20℃から60℃まで変化させたが、ヒータ抵抗は $(220 \pm 2)\Omega$ であり温度変化に対して安定であった。次に、波長1.55 μm のLD光源及び2つの光パワーメータをそれぞれ幹側、分岐側コアに接続してスイッチ特性を測定した。Y分岐デジタル光スイッチを120mWの印加電力で動作させた時の消光比は32dBであった。ヒータの耐久性を検証するために、2つのヒータに交互に120mWの電力を与える動作を、 10^4 回繰り返したが、その前後で、抵抗値の変化は、観測されなかった。

【0017】

【実施例2】図2及び図3に示す構造のアレイ光導波路格子可変波長フィルタを作製した。薄膜ヒータ12、13用のPd-Auの膜厚を3 μm とした以外は、入出力光導波路16、スラブ光導波路17、アレイ光導波路18、薄膜ヒータ及び上部保護膜の構造と作製法は実施例1と同じである。アレイ光導波路本数は100本、隣接

アレイ光導波路長差 $63.0\mu\text{m}$ 、回折次数60、隣接アレイ光導波路に重なるヒータ長の差 $100\mu\text{m}$ とした。なお、19は薄膜ヒータ12の加熱領域、20は薄膜ヒータ13の加熱領域を示す。

【0018】波長 $1.55\mu\text{m}$ 帯のASE広帯域光源及び光スペクトルアナライザをそれぞれ入出力光導波路16に接続してフィルタ特性を測定した。薄膜ヒータに電力を与えない場合の波長フィルタ特性は、透過中心波長 1550nm 、挿入損失 5.5dB 、クロストーク -32dB ($1550\pm 0.8\text{nm}$)であった。薄膜ヒータ12に加熱電力を与えた時、透過中心波長は与えた電力に対して -8nm/W の割合で変化した。同様に薄膜ヒータ13では 8nm/W であった。加熱電力を $0-1.8\text{W}$ に設定することで、透過中心波長を $1536-1564\text{nm}$ の範囲で制御できることを確認した。 1.8W 動作のまま、1ヵ月間放置したが、ヒータ抵抗の変化は認められなかった。

【0019】

【発明の効果】本発明により、厚膜でもクラックが入らず、抵抗の温度依存性がなく、制御性のよい膜厚領域で抵抗率を制御できる薄膜ヒータが作製できる。本発明の薄膜ヒータの採用により、熱光学効果を利用する高分子

光導波路素子の信頼性及び作製歩留まりを向上できる。

【0020】さらに、本発明の薄膜ヒータは高分子製の光導波路素子ばかりでなく、無機ガラス、誘電体結晶、半導体を光導波路素材とする光導波路素子にも広く適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】Y分岐型デジタル光スイッチの構造を示す図。

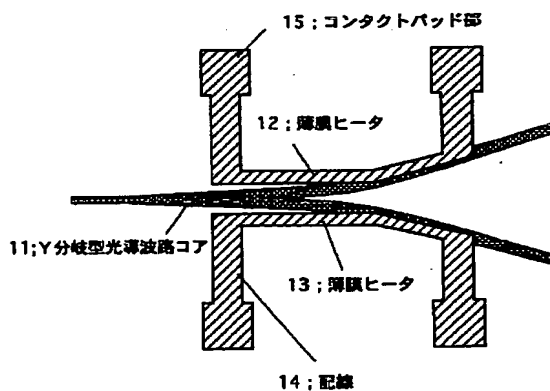
【図2】アレイ光導波路格子可変波長フィルタの構造を示す図。

【図3】図2中のアレイ光導波路熱光学位相シフトの詳細図。

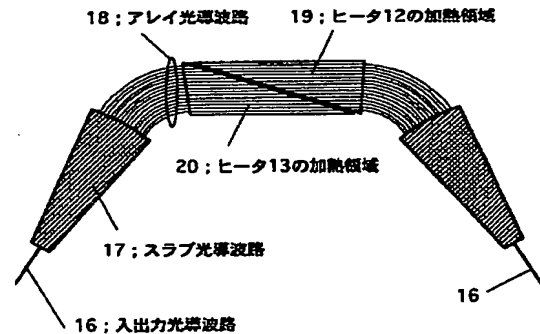
【符号の説明】

- | | |
|----|------------|
| 11 | Y分岐型光導波路コア |
| 12 | 薄膜ヒータ |
| 13 | 薄膜ヒータ |
| 14 | 配線 |
| 15 | コンタクトパッド部 |
| 16 | 入出力光導波路 |
| 17 | スラブ光導波路 |
| 18 | アレイ光導波路 |
| 19 | ヒータ12の加熱領域 |
| 20 | ヒータ13の加熱領域 |

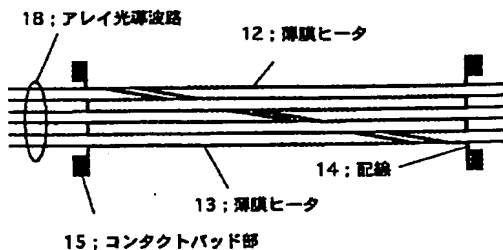
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 豊田 誠治
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内
(72)発明者 栗原 隆
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 2H079 AA06 AA12 BA01 BA03 CA05
CA07 DA07 EA02 EA03 EA05
EB27 GA04 KA20
2K002 AA02 AB01 AB04 BA13 CA06
DA06 EA15 HA11